

③

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-025106

(43)Date of publication of application : 30.01.1996

(51)Int.Cl.

B23B 19/02  
F16C 25/06

(21)Application number : 06-165085

(71)Applicant : HONDA MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 18.07.1994

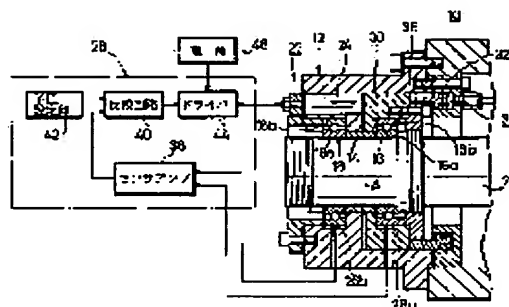
(72)Inventor : WATARI JUN

## (54) PRE-LOAD ADJUSTING DEVICE FOR BEARING

## (57)Abstract:

PURPOSE: To always adjust a pre-load precisely by directly detecting a load working on an outer ring in a bearing.

CONSTITUTION: A pre-load adjusting device is provided with deflection gauges 26a, 26b, which detect loads working on outer rings 16b, 18b in bearings 16, 18 as deflection quantity, and controlling means 28, which controls voltage impressed on a piezoelectric element 24 according to the deflection quantity detected by the deflection gauges 26a, 26b, and the piezoelectric element 24 is expanded/shrunk on the basis of the loads directly working on the bearings 16, 18. In this way, the pre-loads on the bearings 16, 18 can be rapidly and precisely adjusted without any influence of a change in centrifugal force and a change in temperature.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 30.06.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 04.06.2002

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

**This Page Blank (uspto)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-25106

(43) 公開日 平成8年(1996)1月30日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

B 2 3 B 19/02

F 1 6 C 25/06

識別記号

B

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平6-165085

(22) 出願日 平成6年(1994)7月18日

(71) 出願人 000005326

本田技研工業株式会社

東京都港区南青山二丁目1番1号

(72) 発明者 渡利 潤

埼玉県狭山市新狭山1-10-1 ホンダエ

ンジニアリング株式会社内

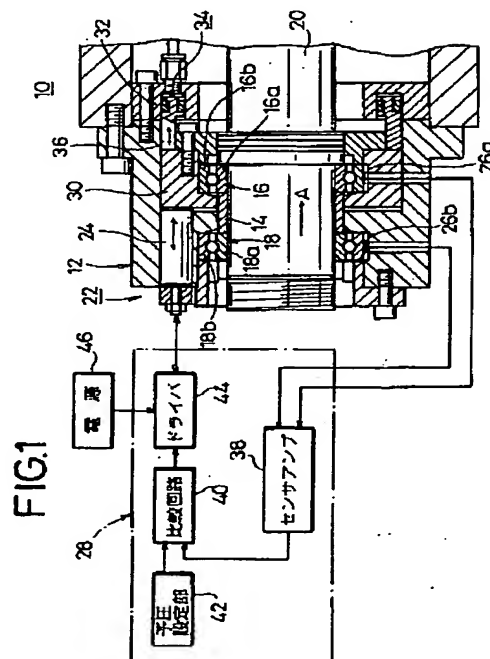
(74) 代理人 弁理士 千葉 剛宏 (外1名)

(54) 【発明の名称】 軸受の予圧調整装置

(57) 【要約】

【目的】 軸受の外輪に作用する荷重を直接検出することにより、前記軸受の予圧を常時正確に調整することを可能にする。

【構成】 軸受16、18の外輪16b、18bに作用する荷重を変形量として検出する歪みゲージ26a、26bと、この歪みゲージ26a、26bにより検出された変形量に応じて圧電素子24に印加される電圧を制御する制御手段28とを備え、前記軸受16、18に直接作用する荷重に基づいて前記圧電素子24を伸縮させる。これによって、遠心力の変化や温度変化に影響されことなく、軸受16、18の予圧を迅速かつ正確に調整することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】回転軸を支持する軸受の側方に圧電素子が配設され、この圧電素子により前記軸受を軸方向に押圧して予圧を調整するための軸受の予圧調整装置であって、  
前記軸受の外輪に作用する荷重を検出するセンサと、  
前記検出された荷重に応じて前記圧電素子に印加される電圧を制御する制御手段と、  
を備えることを特徴とする軸受の予圧調整装置。

【請求項 2】請求項 1 記載の予圧調整装置において、前記センサは、前記軸受の外輪に作用する荷重を変形量として検出する歪みゲージであり、  
前記歪みゲージが、前記軸受の外輪外周面に沿って複数箇所に設けられることを特徴とする軸受の予圧調整装置。

【請求項 3】請求項 1 または 2 記載の予圧調整装置において、前記軸受の外輪と一体的に軸方向に移動自在なスライダを備え、  
前記スライダの一方の側部に前記圧電素子が係合するとともに、  
前記スライダの他方の側部に該スライダを常時一定圧で前記圧電素子側に押圧する押圧手段が配設されることを特徴とする軸受の予圧調整装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、回転軸を支持する軸受の側方に配設された圧電素子により前記軸受を軸方向に押圧して予圧を調整するための軸受の予圧調整装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】例えば、工作機械のスピンデル（主軸）を支持する軸受には、このスピンデルを円滑に回転させるために圧電素子を介して所定の予圧が付与されている。この場合、スピンデルの低速回転時には、圧電素子に高電圧を印加してこの圧電素子を大きく伸長させることにより、前記圧電素子に係合する軸受に重予圧を与えて前記スピンデルの剛性、特に軸方向の剛性を維持している。一方、スピンデルが高速回転になると、圧電素子に印加される電圧を下げてこの圧電素子を収縮させることにより、軸受に付与される予圧荷重を減少させている。

【0003】この場合、圧電素子に対し電圧を印加制御するために、従来から種々の提案がなされている。例えば、特開平 4-171101 号公報に開示されているように、主軸の回転数の変化に応じて圧電素子に印加する電圧を変化させるもの（以下、従来例 1 という）や、実開平 2-11220 号公報に開示されているように、軸受の温度を検出し、この検出された軸受の温度と予め設定された基準温度とを比較することにより、圧電素子に印加される電圧を制御するもの（以下、従来例 2 という）

う）が知られている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、主軸および軸受は、ともに室温状態で停止状態から一挙に高速回転（数万 rpm）に加速される場合が多い。その際、数十秒から数分の間、軸受周辺では温度上昇が殆どなく、この軸受の予圧量の変化が小さいにもかかわらず、上記の従来例 1 では、主軸の回転数を検出した直後に圧電素子の印加電圧が低下してこの圧電素子が収縮してしまう。このため、図 7 に示すように、主軸回転開始時間  $t_0$  から所定の時間  $t_1$  までの間に予圧過少状態（範囲）が惹起され、これにより軸受の剛性が低下してしまう。従って、この状態で切削加工等を行えば、びびりが発生して加工精度が著しく低下するという問題が生ずる。

【0005】特に、最近のマシニングセンタによる加工では、少量多種加工が行われるために、工具交換回数が増加しており、加工時間を短縮するためにも、主軸の停止と高速回転とを短いサイクルで行うことが望まれているが、図 7 中、時間  $t_0$  乃至  $t_1$  の間に加工が精度よく行われないために、加工作業の効率化が達成されないという問題が指摘されている。

【0006】さらに、一定の回転数で回転中の主軸を覆うハウジングの外周が気温の低下やカッチング液の飛散等により冷却される場合がある（図 8 参照）。その際、ハウジングが収縮するため、軸受の外輪が外方から締めつけられるように収縮し、この軸受の予圧荷重が上昇してしまう。しかしながら、上記の従来例 1 では、主軸の回転数が一定であるために、圧電素子を制御することができず、前記軸受の内輪が発熱してこの熱が主軸側に伝達され易い。これによって、主軸が軸線方向に膨張してこの主軸先端に取り付けられた工具の位置に誤差が生じ、加工精度の低下が惹起されてしまう。

【0007】一方、従来例 2 は、軸受周辺の温度変化に対応して予圧荷重を可変とするものであるが、主軸の初期回転変動に起因する遠心力の増加やハウジングの外周温度の変動に起因する予圧荷重の変動に対応することが困難であるという問題が指摘されている。

【0008】本発明は、この種の問題を解決するためのものであり、軸受の外輪に作用する荷重を直接検出することにより、前記軸受の予圧を常時正確に調整することが可能な軸受の予圧調整装置を提供することを目的とする。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】前記の目的を達成するために、本発明は、回転軸を支持する軸受の側方に圧電素子が配設され、この圧電素子により前記軸受を軸方向に押圧して予圧を調整するための軸受の予圧調整装置であって、前記軸受の外輪に作用する荷重を検出するセンサと、前記検出された荷重に応じて前記圧電素子に印加される電圧を制御する制御手段と、を備えることを特徴と

する。

【0010】

【作用】上記の本発明に係る軸受の予圧調整装置では、軸受の外輪に作用する荷重を直接検出し、この検出された荷重に基づいて圧電素子に印加される電圧を制御するため、前記軸受に作用する遠心力や外部温度の変化等に影響されことなく、該軸受の予圧を迅速かつ高精度に調整することができる。

【0011】

【実施例】本発明に係る軸受の予圧調整装置について実施例を挙げ、添付の図面を参照しながら以下詳細に説明する。

【0012】図1において、参照数字10は、本実施例に係る予圧調整装置を組み込むスピンドルユニットを示す。このスピンドルユニット10は、ハウジング12と、このハウジング12内に円筒状の間座14を介し所定間隔離間して配設された軸受16、18の内輪16a、18aに嵌着されるスピンドル20とを備える。

【0013】スピンドルユニット10に組み込まれる本実施例に係る予圧調整装置22は、軸受16を軸方向（矢印A方向）に押圧して予圧を調整するための圧電素子24と、軸受16、18の外輪16b、18bに作用する荷重を検出するセンサ、例えば、歪みゲージ26a、26bと、この歪みゲージ26a、26bにより検出された前記荷重に対応する変形量に応じて前記圧電素子24に印加される電圧を制御する制御手段28とを備える。

【0014】圧電素子24は、ハウジング12の側部にその軸線方向に指向し、かつ互いに等角度間隔ずつ離間して3個所に設けられており（図2参照）、各圧電素子24の先端部にはスライダ30が係合する。図1に示すように、スライダ30は、軸受16の外輪16bと一体的に矢印A方向に進退自在に配設され、前記スライダ30の圧電素子24に係合する一方の側部に対応する他方の側部には、該スライダ30を常時一定圧で前記圧電素子24側に押圧する押圧手段32が配設される。押圧手段32は、図示しない圧力空気供給源に連通するシリンダ室34と、このシリンダ室34内に摺動自在に配設され、その先端部でスライダ30に押圧力を付与するピストン部36とを備える。

【0015】歪みゲージ26a、26bは、軸受16、18の外輪16b、18bに装着されており、この軸受16、18に作用する荷重を変形量として検出するものであり、その検出信号が制御手段28を構成するセンサアンプ38に入力される。センサアンプ38は、軸受16、18の変形量をフィードバック信号として比較回路40に入力するとともに、この比較回路40には、予圧設定部42から予め設定された予圧指令信号が入力される。この比較回路40から出力される信号がドライバ44に入力されるとともに、前記ドライバ44は、電源4

6から各圧電素子24に対して所定の電圧を印加するように構成されている。

【0016】次に、このように構成される本実施例に係る予圧調整装置22の動作について説明する。

【0017】まず、スピンドル20の停止状態において、軸受16、18に予め予圧を付与しておく。すなわち、ドライバ44を介して電源46から各圧電素子24に高電圧が供給され、この圧電素子24が大きく伸長することによりスライダ30が矢印A方向に押圧される。このため、スライダ30と一体的に軸受16の外輪16bが矢印A方向に押圧されて予圧が付与される。

【0018】そこで、図3に示すように、スピンドル20が停止状態から一挙に高速回転されると、このスピンドル20に嵌着されて一体的に高速回転される軸受16、18の内輪16a、18aに遠心力が作用してこの内輪16a、18aが外周側に膨張するとともに、各軸受16、18の転動ボール（またはローラ）に遠心力が発生する。これにより、軸受16、18の外輪16b、18bには、前記遠心力等に起因して荷重が発生し、この荷重が歪みゲージ26a、26bにより変形量として検出される。

【0019】この外輪16b、18bに生じた荷重は、センサアンプ38から比較回路40にフィードバック信号として入力され、予圧設定部42から入力される予圧指令信号と比較される。この比較回路40では、軸受16、18に直接作用する荷重に基づいて得られた予圧状態と、予圧設定部42から入力された予圧指令信号とが比較され、圧電素子24を収縮させるためにドライバ44に信号が導出される。このため、ドライバ44は、圧電素子24への印加電圧を低下させ、この圧電素子24が収縮して軸受16の外輪16bに付与される押圧力が低減される。

【0020】このように、本実施例では、軸受16、18の外輪16b、18bに発生する荷重を直接検出して圧電素子24をフィードバック制御するため、図7に示すように、回転数を検出してフィードバック制御する従来例のように、熱伝達の遅れによる予圧過少範囲が発生することがない（図3参照）。従って、スピンドル20を停止状態から高速回転させた直後においても軸受16、18の剛性低下を惹起することがなく、びびりの発生を可及的に低減して高精度な加工作業が効率的に遂行されるという効果が得られる。

【0021】さらに、図4に示すように、外気温度の低下やカッチング液の冷却作用下にハウジング12の温度が低下した場合、このハウジング12が収縮して軸受16、18の外輪16b、18bの予圧荷重が上昇する。ここで、スピンドル20の回転数が一定であるため、図8に示す従来の回転数フィードバック方式では、これに対応することができない。しかしながら、本実施例では、ハウジング12の温度変化に伴う軸受16、18の

予圧荷重の上昇を直接検出することができ、圧電素子24に印加される電圧を下げることによって前記軸受16、18の予圧荷重を一定に維持することができる。これによって、スピンドル20が不要に発熱して軸線方向に膨張することを防止することが可能になり、工具位置の誤差が発生することがない。

【0022】さらにまた、本実施例では、スライダ30の他方の側部にエア圧を介してこのスライダ30を圧電素子24側に常時一定圧で押圧する押圧手段32が設けられている。このため、圧電素子24に印加される電圧が減少されてこの圧電素子24が収縮する際、この押圧手段32により前記圧電素子24の収縮が迅速かつ正確に遂行され、軸受16、18の予圧低下動作が効率的に遂行されるという利点がある。

【0023】なお、図5には、スピンドル20を0rpmから約24,000rpmまで回転させた時の実験結果が示されている。ここで、押圧手段32を構成するシリンダ室34には、5kgf/cm<sup>2</sup>のエア圧が常時付与されており、圧電素子24には、予め600Vの高電圧が印加された。これによって、圧電素子24の印加電圧が制御されることにより、軸受16、18の荷重値(με)、すなわち、予圧荷重を常時一定に維持することができるという効果が得られた。

【0024】なお、本実施例では、押圧手段32としてエア圧によりスライダ30を押圧するために、シリンダ室34とピストン部36とを備えているが、これに限定されるものではなく、前記スライダ30を常時一定圧で圧電素子24側に押圧する機能を有するものであれば、例えば、ばねであってもよい。

【0025】また、歪みゲージ26a、26bが軸受16、18の外輪16b、18bの外周面に直接装着されているが、図6に示すように、外輪16b、18bの外周面を切り欠いて平坦部50を形成し、この平坦部50に前記歪みゲージ26a、26bを装着することができる。

【0026】

【発明の効果】本発明に係る軸受の予圧調整装置によれば、以下の効果乃至利点が得られる。

【0027】軸受の外輪に作用する荷重がセンサで検出\*

\*され、この検出された荷重に応じて圧電素子に印加される電圧が制御されるため、遠心力の変化や温度変化によって前記軸受の予圧が変化しても、該変化を迅速かつ確実に検出して該軸受に対する予圧を調整することができる。これによって、回転軸にびびりや軸線方向の伸長変動が発生することを阻止し、この回転軸を高精度かつ円滑に回転支持することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例に係る予圧調整装置を組み込むスピンドルユニットの概略構成説明図である。

【図2】前記スピンドルユニットの正面説明図である。

【図3】前記予圧調整装置において、スピンドルの回転数が変化した場合の予圧荷重と圧電素子の説明図である。

【図4】前記予圧調整装置において、スピンドルの回転数が一定でハウジングの温度が変化した際の予圧荷重と圧電素子の説明図である。

【図5】前記予圧調整装置において、スピンドルの回転数の変化に伴う軸受荷重値とスライダ移動量等の説明図である。

【図6】軸受の外輪の一部を切り欠いて歪みゲージを装着した際の説明図である。

【図7】従来の回転数フィードバック方式において、スピンドルの回転数が変化した際の予圧荷重と圧電素子の説明図である。

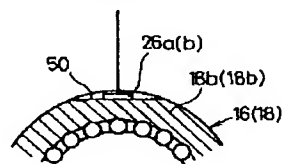
【図8】前記回転数フィードバック方式において、スピンドルの回転数が一定でハウジング温度が変化した際の予圧荷重と圧電素子の説明図である。

【符号の説明】

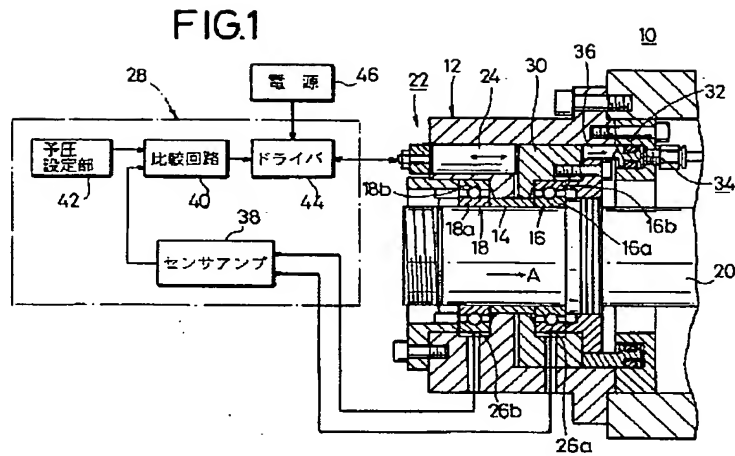
10…スピンドルユニット	12…ハウジング
16、18…軸受外輪	16b、18b…
20…スピンドル	22…予圧調整装置
24…圧電素子歪みゲージ	26a、26b…
28…制御手段	30…スライダ
32…押圧手段	

【図6】

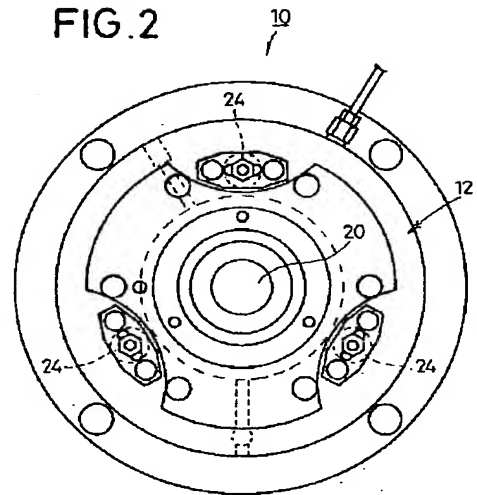
FIG.6



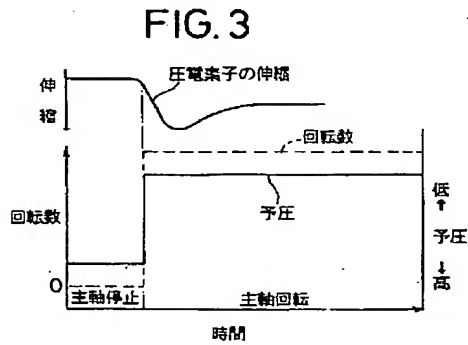
【図1】



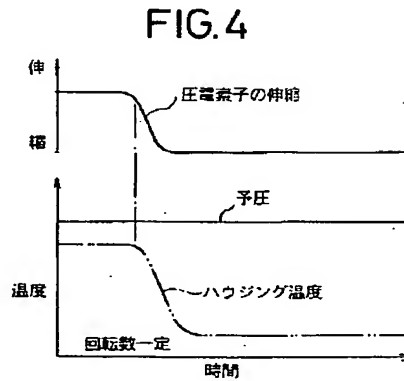
【図2】



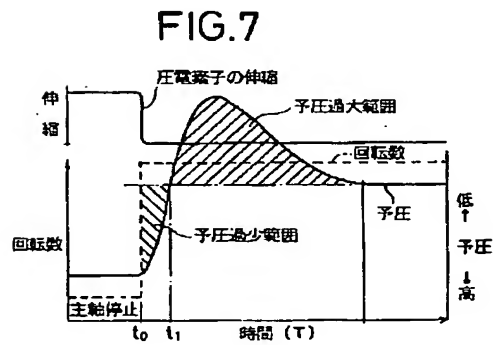
【図3】



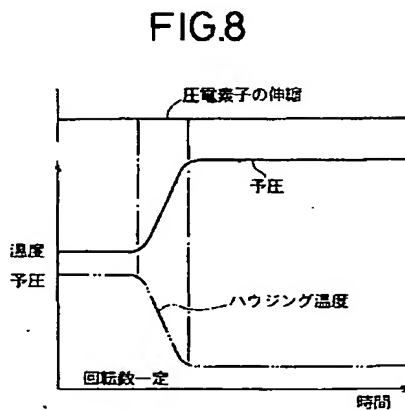
【図4】



【図7】



【図8】



【図5】

FIG.5

